Е. И. Малолеткова

Экспериментальные задачи по неорганической химии



1964

Е. И. МАЛОЛЕТКОВА

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

(С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МАТЕРИАЛА)

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»
Москва 1964

Рецензенты:

кандидат педагогических наук *О. С. Котлярова*,

учитель химии школы № 5 Москвы *Н. З. Цлаф*

ОТ ИЗДАТЕЛЬСТВА

В этой книге автор обобщает свой опыт решения экспериментальных задач, отражающих производственные процессы. Экспериментальные задачи и методические рекомендации по их решению проверялись автором в школах № 174, 175, 182 Москвы, обсуждались на конференциях и семинарах Калининского и Тимирязевского районов Москвы и Московской области.

Отзывы и замечания просим присылать по адресу: Москва, И-18, 3-й проезд Марьиной рощи, 41, издательство «Просвещение».

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ НА ПРОИЗВОДСТВЕННОМ МАТЕРИАЛЕ

Экспериментальные задачи по химии на производственном материале в средней школе раскрывают следующие основные вопросы: 1. Полезные ископаемые и сырье. 2. Очистка сырья и продуктов производства. 3. Распознавание веществ. 4. Получение и применение веществ. 5. Производственные процессы и управление ими. 6. Использование отходов производства. 7. Хранение веществ. 8. Приготовление растворов.

Экспериментальные задачи на производственном материале используются на протяжении всего учебного курса химии как на уроках (при проведении лабораторных, практических и контрольных работ), так и в процессе внеклассных занятий.

Условие экспериментальной задачи учитель записывает на классной доске или на карточках. В соответствии с содержанием задач на столах расставляется необходимое оборудование, посуда, реактивы и др. Ученики на отдельных листках записывают ход решения по форме, которая приводится на странице 5.

При оценке задачи учитель принимает во внимание не только приведенные в тетради записи, но и выполнение опытов.

При текущей проверке успеваемости большую роль играет демонстрационное решение экспериментальных задач. Опрашиваемый ученик объясняет ход решения задачи, обосновывает его теоретически, подготавливает необходимые вещества, приборы и другое оборудование, а затем показывает опыты. Остальные ученики следят за его работой и отвечают на вопросы, предложенные учителем.

Сложные задачи нужно расчленить на несколько этапов в соответствии с их содержанием и особенностями хода решения. Чтобы сосредоточить внимание учащихся на наиболее важных явлениях и помочь их осмыслить, учитель ставит к задаче ряд дополнительных вопросов.

В качестве примера приведем несколько экспериментальных задач.

Задача 1. Цинковую и оловянную пластинку по внешнему виду различить трудно. Как можно их распознать при помощи соли и кислоты?

Вопросы:

1. С одинаковой ли скоростью протекает реакция взаимодействия этих металлов с кислотой? Какой металл активнее?
2. Как взаимодействуют цинк и олово с кислотой и солью?

Задача 2. В лаборатории имеются: соляная кислота, пиролюзит (MnO_2) и бромистый калий. Как, пользуясь этими веществами, можно получить бром?

Вопросы:

1. Почему бромистый калий нужно взять в растворе?
2. Какова роль пиролюзита в реакции? Какими веществами его можно заменить?
3. Какую реакцию можно вести при нагревании, а какую нельзя? Почему?
4. Как из раствора можно выделить бром?

Задача 3. В ряде химических производств в качестве побочного продукта образуется сероводород, который теперь используют для получения серной кислоты. Получить серную кислоту из сероводорода.

Вопросы:

1. Почему при горении сероводорода получается сернистый, а не серный ангидрид?
2. При каких условиях сернистый ангидрид окисляется в серный?
3. В каком веществе следует растворять серный ангидрид?
4. Как убедиться, что в серной кислоте нет сернистой кислоты?
5. Какими средствами можно увеличить скорость данных реакций?

В процессе внеклассных занятий (дома, в школьном кабинете, в производственной лаборатории) ученики решают более сложные и требующие значительно большего времени экспериментальные задачи.

Учитель предлагает ученикам 15—20 экспериментальных задач. Каждый выбирает из них только одну. Некоторые ученики сами подбирают себе тему и вместе с учителем формулируют задачу. Наиболее сложные и трудоемкие задачи даются не одному, а двум ученикам. Два-три месяца ученик на основе рекомендованной учителем литературы готовится теоретически, выполняет все необходимые опыты и составляет отчет примерно по следующему плану:

1. Содержание задачи.
2. Подготовка к решению задачи.
3. Уравнения химических реакций.
4. Методика решения задачи.
5. Техника выполнения эксперимента.
6. Связь описанных в задаче процессов с производством.
7. Выводы.

К отчету ученики готовят коллекцию веществ (рис. 1), таблицы и стенды.

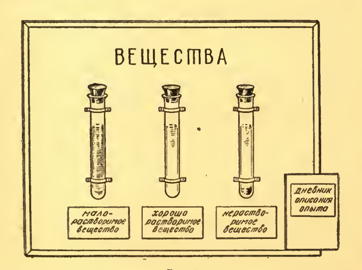


Рис. 1

В IX—XI классах проводятся так называемые «творческие» конференции.

На конференциях даются задачи примерно такого типа.

Задача.

Получить окись магния двумя способами: а) из природного карбоната магния, б) из азотнокислого магния (марки «чудо») и карбоната аммония (марки «Х-Ч»).

В каком случае окись магния можно применить как люминофор?

Вопросы:

1. Влияют ли различные примеси на свечение (спектр) окиси магния? Какой способ следует избрать, чтобы окись магния получить чистой?

2. Как можно установить, что углекислый магний содержит примеси?

3. Что нужно сделать, чтобы полученный в результате реакции углекислый магний отделить от других веществ?

4. Почему для проведения реакции обмена вещества берут в растворенном виде?

5. Почему для получения окиси магния (при применении ее в качестве люминофора) не пользуются природным углекислым магнием, который является дешевым сырьем?

Конференцию ведут сами учащиеся. Один из них делает вступление о значении экспериментальных задач. На сообщение о решении задачи отводится 10—15 *мин*. Ученик должен коротко изложить содержание и ход решения, продемонстрировать опыты и сделать выводы. Тут же задаются вопросы выступающим. Дается оценка работы.

§ 1. СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ

Распознавание веществ по внешнему виду и температуре кипения

Научить различать вещества по определенным признакам — это одна из главных задач изучения химии. Умение распознавать вещества по их свойствам играет большую роль в жизни и практике.

Первый урок по теме «Свойства веществ» посвящается изучению теоретического материала. Второй урок — решению экспериментальной задачи по распознаванию веществ. В начале второго урока учитель после небольшого опроса переходит к решению экспериментальной задачи.

Учитель пишет на доске условие задачи:

«Определить, какие вещества находятся в ящике. Вещества под № 1 определите по цвету, под № 2 — по запаху, под № 3 — по внешнему виду (цвету) и запаху, под № 4 — по температуре кипения (последний опыт проводится как демонстрационный)».

На каждый стол ставится один набор веществ. В банках под номерами: № 1 — сахар, уголь, медь, сера; № 2 — уксусная кислота, вода, нафталин; № 3 — медь, алюминий, мел, мрамор, вода и уксусная кислота; № 4 — вода, этиловый спирт.

Учитель предлагает познакомиться с веществами, которые лежат в банках под № 1, и определить их по цвету. Затем учитель рассказывает, как надо определять вещества по запаху, и предлагает познакомиться с веществами, находящимися в банках под № 2. Эти вещества хорошо знакомы учащимся из повседневной жизни, они их сразу определят, как только откроют пробки.

В таком же порядке определяются вещества в наборе под № 3. В нем имеется шесть веществ. В двух банках

находятся раствор уксусной кислоты и вода. По какому признаку определите уксусную кислоту?

Медь, алюминий, мел и мрамор определяют по внешнему виду. Кроме того, характерными свойствами являются: для меди — цвет, для алюминия — легкость и пластичность. Мрамор тверже мела. В этом можно убедиться, проведя ребром куска мрамора по куску мела.

Учитель рассказывает, что каждое чистое вещество имеет определенную температуру кипения. За температуру кипения жидкости следует принимать показание термометра в момент, когда начинает кипеть вся масса жидкости.

В наборе № 4 имеются вода и этиловый спирт. Определите вещества, зная, что температура кипения воды 100° С, а этилового спирта 78° С. При нагревании этилового спирта надо быть **осторожным** и помнить, что он легко воспламеняется.

Задача решается в виде демонстрационного опыта.

Делается вывод по проведенной работе.

Распознавание жидких веществ

Удельный вес раствора можно определить ареометром. Для определения удельного веса жидкость наливают в стеклянный цилиндр емкостью не менее 0,5 *л*. Погружать ареометр в жидкость следует осторожно, не выпускать его из рук до тех пор, пока не станет очевидным, что он плавает. Ареометр должен находиться в центре цилиндра (для большей точности показаний).

Задачи

1. В три цилиндра налиты следующие жидкости: вода, глицерин и раствор поваренной соли. Пользуясь ареометром, определить, где какая жидкость находится.

2. Пользуясь таблицей плотности жидкостей, определить, какие вещества даны: вода, спирт (метиловый или этиловый), жидкое растворимое стекло.

3. В двух цилиндрах находятся бесцветные жидкости: в одном — дистиллированная вода, в другом — раствор поваренной соли. Определить двумя способами, в каком цилиндре находится вода и в каком — раствор поваренной соли.

4. В двух сосудах находятся: в одном — водопроводная вода, в другом — дистиллированная. Показать на опыте, каким образом можно различить эти жидкости.

Таблица 1

Плотность некоторых жидких веществ (в $г/см^3$ при температуре 20°С и $P = 1$ $ат$)

Вода	1,0
Бензол	0,88
Спирт метиловый	0,79
Спирт этиловый	0,789
Стекло растворимое жидкое	1,36—1,53
Глицерин	1,26
10-процентный раствор поваренной соли	1,07

5. Даны три растертых в порошок вещества: сахар, мел и речной песок. Определить двумя способами, где какое вещество.

6. Определить двумя способами, в каком пакете находится поваренная соль, крахмал и сера.

7. Даны жидкости. Определить, какая из них вода и какая — этиловый спирт (воспользуйтесь разными температурами кипения и разными удельными весами).

8. Определить по запаху следующие вещества: нашатырный спирт, уксусную кислоту, этиловый спирт, скипидар.

9. Даны четыре вещества: сахар, медный купорос, вода и уксусная кислота. Проделать с ними опыты по нижеприведенному плану и данные записать в таблицу 2. На основании свойств определить, что это за вещества.

Таблица 2

	Номер пробирки (вещества)			
	1	2	3	4
Агрегатное состояние				
Цвет				
Растворимость в воде				
Запах				
Удельный вес				
Температура кипения (в °С)				

После проверки решения задач учитель предлагает вопросы для закрепления материала и дает задание на дом.

Вопросы для закрепления материала

1. Назовите не менее трех одинаковых предметов, изготовленных из одного вещества, и не менее трех одинако-

вых предметов, изготовленных из разных веществ. Ответ поясните.

2. Назовите несколько веществ, производство которых по семилетнему плану развития народного хозяйства СССР значительно возрастет.

Домашнее задание

1. По каким признакам легче всего различить следующие вещества: медный купорос, марганцовокислый калий, порошок серы?

2. По каким признакам можно отличить кусок железа от куска угля, кусок серы от куска латуни?

§ 2. ЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА И СМЕСИ

Природные соединения имеют примеси, от которых приходится освобождаться при промышленном получении чистых веществ. Очистка веществ имеет важное значение в промышленности.

Опыт преподавания химии показывает, что учащиеся седьмых классов лучше всего усваивают раздел «чистые вещества и смеси», когда сами готовят смеси и выделяют из них чистые вещества.

Ниже описывается методический прием проведения практической работы. Выполнение ее учащимися построено совсем иначе, чем в учебнике. Во-первых, она разделена на две части, первая из которых выполняется дома, вторая — в классе в виде экспериментальной задачи. Даются вопросы для закрепления материала.

Когда теоретический материал пройден, учитель дает домашнее задание, чтобы учащиеся подготовились к решению экспериментальной задачи.

Учащиеся дома должны приготовить смесь (близкую к бузуну) из поваренной соли и почвы (лучше взять песчаную почву). Составные части можно брать в любых количественных соотношениях (на это нужно обратить особое внимание учащихся). Они должны сравнить приготовленную смесь с чистой поваренной солью и указать, чем они различаются.

На лист чистой бумаги насыпают столовую ложку поваренной соли и добавляют $\frac{1}{4}$ ложки почвы. Тщательно

перемешивают. Получившуюся смесь рассматривают невооруженным глазом, а затем через лупу. Отмечают, все ли частицы одинакового размера, формы, цвета. Следует обратить внимание на различие в формах и цвете кристаллов поваренной соли и частиц почвы. Смесь ссыпают в стеклянную банку. На банку наклеивают этикетку с надписью «Бузун».

Определяют растворимость поваренной соли и почвы. Для этого растворяют в воде немного поваренной соли, получается прозрачный раствор. Затем в воду насыпают почву, она не растворяется. Учащиеся должны сделать вывод, каким способом можно разделить соль и почву. Учитель заостряет внимание учащихся на том, что задача сводится к отысканию таких различий в свойствах поваренной соли и почвы, которые позволяют отделить их друг от друга.

Учащиеся должны дома сделать рисунки 22, 23, 24 из учебника А. Д. Смирнова, Г. И. Шелинского.

Учащимся предлагаются вопросы:

1. На каких физических свойствах поваренной соли и почвы основано разделение бузуна?

2. Что можно сказать об однородности бузуна, какие свойства ему присущи (одного вещества или нескольких)?

3. Чем смеси веществ отличаются от химических соединений?

Задача

Очистить поваренную соль.

В начале урока учитель спрашивает:

1. Какова цель работы?
2. Как разделить загрязненную соль?
3. Как очистить полученную жидкость?
4. Как из раствора выделить соль? Что надо сделать, чтобы при этом не было потерь соли?

Работа проводится фронтально.

1 часть. Приготовленную (дома) смесь поваренной соли и почвы высыпают в химический стакан, наливают воды и тщательно перемешивают. Готовят фильтр и вставляют в воронку, затем смачивают его.

2 часть. Закрепляют кольцо на штативе, вставляют в него воронку с фильтром, подставляют под нее чистый химический стакан и фильтруют.

3 часть. Фильтрат выливают в фарфоровую чашку и выпаривают. Отчет о работе учащиеся записывают по форме (табл. 3).

Таблица 3

Краткое содержание задания	Техника выполнения опыта	Наблюдения и выводы

Вопросы для закрепления материала

1. Перечислите, какие операции и в какой последовательности вы выполняли.
2. Что осталось на фильтре?
3. Как проверить, что растворенное вещество (NaCl) проходит через фильтр?
4. Какие правила соблюдали при растворении, фильтровании и выпаривании?
5. Какие способы разделения смесей известны вам из повседневной жизни (привести пример)?
6. Как выделить соль из раствора?
7. Что нужно сделать, чтобы ускорить растворение?

Задачи

1. Природный тяжелый шпат ($BaSO_4$), являющийся исходным сырьем для получения ряда химических продуктов, содержит в виде примеси небольшое количество поваренной соли. Очистить тяжелый шпат от примеси поваренной соли[1].

2. В одной пробирке находится смесь двух веществ: серы и железа, в другой — чистое вещество (сернистое железо).

Доказать, в какой пробирке смесь, а в какой — чистое вещество.

3. Доказать, что природная вода, даже прозрачная и без запаха, содержит примеси других веществ.

[1] Если нет природного тяжелого шпата, то для опыта возьмите сернокислый барий и смешайте с небольшим количеством хлористого натрия.

4. Определить по удельному весу, какие вещества содержатся в смеси: а) речной песок и пробковые опилки, б) медные опилки и древесные опилки.

5. Даны два вещества черного цвета (окись меди и древесный уголь). Как распознать, где какое вещество?

6. Вам выдано по виду однородное вещество. Доказать, что это смесь. (Можно взять смесь песка и серы.)

7. В песке обнаружены древесные и железные опилки. Разделить эту смесь.

8. В керосине обнаружены песок и вода. Очистить керосин

9. Очистить зубной порошок от примеси поваренной соли и древесных опилок.

10. Разделить смесь древесных опилок, песка и поваренной соли.

11. При получении медного купороса в промышленных условиях в него попадают не растворимые в воде вещества. В лаборатории производят анализ на наличие нерастворимых частиц. Определить, есть ли в медном купоросе нерастворимые вещества.

12. Природный песок, используемый для приготовления бетона, содержит небольшое количество глины. Доказать методом «отмучивания» наличие в нем глины.

13. Доказать с помощью несложного опыта, что почва является смесью различных веществ.

14. Сохраняют ли свои свойства сахар в смеси с мелом, железо в смеси с серой (песком или алюминием)? Если сохраняют, то доказать это опытным путем.

15. Медный купорос загрязнен песком. Какие свойства медного купороса и песка можно использовать для их разделения? Проделать опыт.

16. Доказать, что данный белый порошок является смесью крахмала с сахарной пудрой.

17. В чистую воду попали: а) машинное масло, б) металлическая пыль. Очистить воду от этих примесей.

Вопросы для закрепления материала

1. Приведите примеры: а) природных смесей, имеющих большое значение для народного хозяйства; б) искусственно приготовленных смесей. Объясните, как можно приготовить смесь.

2. Смешали спирт, воду и песок. Какие свойства этих веществ можно использовать для их разделения?

3. Каким образом из речной или морской воды можно получить химически чистую воду? Нарисуйте простейший прибор для получения дистиллированной воды.

4. Молоко является смесью. В его состав входят: вода, жиры, белки и другие вещества. Как выделяют жиры из молока при его переработке?

§ 3. ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Опыт разложения окиси ртути можно провести как экспериментальную задачу, которую учитель решает вместе с учениками.

Задача

1. Провести реакцию разложения окиси ртути. Какие вещества получаются в результате реакции?

Указание к решению задачи

Задача решается демонстрационным путем. При проведении этого опыта учитель активизирует внимание учащихся, задавая вопросы:

1. К какому типу реакций относится разложение окиси ртути?

2. Можно ли из сложного вещества получить простые? Например, из окиси ртути — ртуть и кислород.

3. Какой цвет имеет окись ртути?

Необходимо помнить, что ртуть, получающаяся при разложении окиси ртути, испаряется, а пары ее ядовиты. Убедитесь, что прибор «держит», насыпьте окись ртути в пробирку и закройте пробкой с газоотводной трубкой.

Учитель обращает внимание учащихся на то, что очень многие химические реакции идут только при нагревании. В промышленности сжигают много топлива для того, чтобы получить необходимые количества теплоты для осуществления химических превращений. Реакция разложения окиси ртути относится к реакциям, которые идут при нагревании. Прогрейте пробирку, затем сильно нагрейте то место, где лежит окись ртути. Из отверстия газоотводной трубки сначала будет выходить воздух, а при дальнейшем нагревании выделяется газ.

Чтобы убедиться в том, что это — кислород, необходимо собрать газ и испытать. Наполнив пробирки газом, прекратите нагревание.

Во время работы обратите внимание на выполнение правил техники эксперимента, заранее познакомьтесь с инструкцией для работы с ядовитыми веществами и правилом обращения с реактивом — окисью ртути.

Вопросы для закрепления материала

1. При каких условиях разлагается окись ртути?

2. Почему мы не нагревали окись ртути на открытом воздухе?

3. Изменилась ли окись ртути при нагревании?

4. Какие вещества получаются в результате реакции?

5. На основании каких признаков можно заключить, что окись ртути при нагревании подвергалась химическому превращению? В чем состоит это превращение?

6. Можно ли сложное вещество разложить на менее сложные?

Задача

1. Определить, какие продукты и в каком агрегатном состоянии получаются при разложении малахита.

Указание к решению задачи

Малахит — это горная порода с примесями. В природе он встречается в виде крупных глыб, которые используются как ценный отделочный материал. Для лабораторных целей малахит используется в виде порошка.

Соберите такой же прибор, как для разложения окиси ртути.

Пробирку закрепите так, чтобы дно было немного приподнято. Насыпьте приблизительно $\frac{1}{5}$ часть пробирки малахита и закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Немного малахита для сравнения оставьте на бумаге. Опустите конец газоотводной трубки в чашку с известковой водой. Нагрейте малахит. Из зеленого он становится черным. В верхней части пробирки образуются капельки воды, выделяется газ.

Следует заметить, что в промышленности часто применяется способ определения интенсивности течения химической реакции по скорости прохождения пузырьков газа через жидкость.

Соберите методом вытеснения воздуха выделяющийся газ в химический стаканчик. (Газоотводная трубка долж-

на быть как можно ближе к дну пробирки. Почему? Объясните.)

Проверьте, горит ли лучинка в собранном газе. Налейте в стакан с газом известковой воды. Почему мутнеет известковая вода? Какой газ выделяется? Как изменился малахит? Какие вещества получились? Напишите уравнение реакции?

Что можно сказать о свойствах углекислого газа? Поддерживает он горение или нет? Сравните его свойства со свойствами кислорода.

На вещество черного цвета, полученное в результате реакции, подействуйте соляной кислотой. В другую пробирку поместите малахит и также прилейте соляной кислоты.

Вывод. Для того чтобы разложить сложное вещество на простые или менее сложные вещества, необходимо затратить энергию. Какой вид энергии был затрачен при разложении малахита?

2. Провести реакцию соединения серы и железа.

Смешайте порошок серы с железными опилками. Нагрейте. Что получилось в результате реакции? Обладает ли полученное вещество теми же свойствами, что и исходные вещества? Можно ли разделить серу и железо механическим способом? Перечислите основные условия для реакции соединения.

§ 4. УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ РЕАКЦИЙ

Задачи

1. Как влияет увеличение поверхности реагирующих веществ на скорость химической реакции. Показать это на примере взаимодействия железа с хлорной медью.

Указание к решению задачи

В раствор хлорной меди, находящейся в пробирке, всыпьте железные опилки, а в другую пробирку с таким же количеством раствора хлорной меди опустите железный гвоздь. Вес гвоздя должен быть равен весу опилок.

Увеличение поверхности твердых веществ позволяет значительно ускорить протекание реакций.

В данном опыте поверхность опилок больше поверхности гвоздя, и поэтому реакция с опилками идет значительно быстрее.

Этот способ ускорения протекания химических реакций применяется во многих производствах (получение негашеной извести, в металлургии и т. д.)

2. Проверить, пойдет ли реакция, если взять такие же исходные вещества, что и в предыдущей задаче, но хлорную медь взять в твердом виде. Результат опытов сопоставить с результатами, полученными в предыдущей задаче.

3. Железную пластинку погрузить в раствор медного купороса. Когда пластинка покроется слоем меди, вынуть ее из раствора, высушить и взвесить. Изменится ли вес пластинки и на сколько? Сделать вывод.

4. Медный купорос получают преимущественно из отходов металлообрабатывающей промышленности. Медные стружки, опилки окисляют кислородом воздуха, а затем обрабатывают кислотой. Провести процесс окисления медной проволоки.

К какому типу реакций относятся эти процессы? Какое вещество получилось в результате реакции?

Опишите проделанный опыт и сделайте стенд, прикрепив к куску картона исходные и полученные вещества.

Эту задачу целесообразно давать для домашнего выполнения.

5. Как взаимодействует сера с цинком без катализатора, к какому типу относится эта реакция?

6. В строительном деле применяется гашеная известь. Она получается путем обжига известняка и гашения полученной окиси кальция. Проделать эти реакции и определить, к какому типу реакций они относятся.

7. Цинковый купорос $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, имеющий большое значение для промышленности, получают взаимодействием цинка или окиси цинка с серной кислотой. Проделать эту реакцию и определить, к какому типу она относится.

Вопросы для закрепления материала

1. Какие факторы влияют на скорость протекания химической реакции?

2. Каковы условия протекания реакции в задачах 1—7?

3. Как и при каких условиях можно добиться увеличения скорости химической реакции?

4. По каким признакам вы установили, что реакции протекали с разной скоростью?

§ 5. ВОДОРОД И КИСЛОРОД

Водород

Задачи

1. Получить водород взаимодействием воды с магнием. Собрать и доказать, что полученный газ — водород.

Указание к решению задачи

При нагревании магний вытесняет водород из воды. Реакция идет очень медленно, так как магний покрывается окисной пленкой. Для того чтобы ускорить протекание реакции, добавьте к воде немного хлористого магния, который растворяет образующуюся окись магния.

2. Как влияет природа реагентов и концентрация кислоты на интенсивность выделения водорода. Показать это на примере взаимодействия соляной кислоты с магнием, оловом, гранулированным цинком.

Указание к решению задачи

а) Возьмите три пробирки; в одну из них поместите 2—3 небольшие стружки магния, в другую — 2—3 кусочка гранулированного цинка, в третью — примерно такие же кусочки олова.

В каждую пробирку влейте немного сильно разбавленной соляной кислоты (на 200 *мл* взять 1 *мл* концентрированной соляной кислоты). Раствор перемешайте. Во всех трех пробирках происходит заметное выделение водорода.

б) Повторите тот же опыт с более концентрированной соляной кислотой (1 *мл* концентрированной кислоты разбавить 40 *мл* воды).

в) Приготовьте еще более концентрированный раствор соляной кислоты (два объема кислоты смешать с одним объемом воды). Кислоту налейте в пробирки с цинком и оловом. Если реакция с оловом будет идти очень слабо, пробирку можно слегка нагреть. С магнием этого опыта не проводят: реакция идет слишком бурно.

Наблюдайте, в каких пробирках и насколько интенсивно выделяется водород. Сравните с предыдущими опытами.

Сопоставляя наблюдения, проведенные при выполнении опытов *а*, *б*, *в*, отметьте, что все три металла вытесняют

водород из кислоты; однако активность каждого из металлов в этой реакции весьма различна.

Обратите внимание, что течение химических реакций в большей степени зависит от концентрации кислоты.

3. Восстановить медь из окиси меди. Какие вещества получаются в результате реакции? Напишите уравнение реакции.

4. Как восстановить железо из окиси железа? Показать на опыте. Что получится в результате реакции? Написать уравнение реакции.

Указание к решению задачи

Опыт проводится аналогично опыту восстановления меди. При нагревании избегайте красного каления.

5. Восстановить свинец из окиси свинца водородом. Что получится в результате реакции? Написать уравнение реакции.

Вопросы для закрепления материала

1. Водород при определенных условиях хорошо соединяется с кислородом. Сделайте вывод, способен ли водород отнимать кислород от окислов металлов.

2. Как проверить, что окись меди весьма устойчивое соединение?

3. При каких условиях происходит взаимодействие водорода с окисью меди?

Кислород

Задачи

1. Показать на опыте и сравнить, какие из этих веществ: медь, магний, уголь, сера, фосфор — горят интенсивнее в кислороде, чем на воздухе. Сделать выводы. Зачем в промышленности воздух обогащается кислородом?

2. Получить кислород из марганцовокислого калия и бертолетовой соли с примесью двуокиси марганца

Указание к решению задачи

Для опыта возьмите 2,5 *г* бертолетовой соли $KClO_3$ и 1,5 *г* предварительно прокаленной порошкообразной двуокиси марганца MnO_2.

3. Какую роль играет двуокись маргаица в реакции разложения бертолетовой соли?

Указаиие к решению задачи

Проделайте опыт, аналогичный задаче 2, ио без двуокиси марганца.

4. Два цилиндра наполнены газами — кислородом и водородом. Определить, в каком находится кислород.

Вопросы для закрепления материала

1. Какую роль играет нагреваиие для начала гореиия?
2. Что такое горение?
3. Смеси отличаются от химических соединений иепостоянством своего состава. Как вы докажете, что и воздух подчиняется этому правилу?

4. Почему в воздухе вещества горят ие так эиергичио, как в кислороде?

§ 6. ОКИСЛЫ, ОСНОВАНИЯ, КИСЛОТЫ И СОЛИ

Окислы

Задачи

1. Можно ли храиить иа воздухе окись кальция?

Указание к решению задачи

Колбу с отводиой трубкой, на конце которой имеется резииовая трубка, закрытая зажимом, наполните углекислым газом и насыпьте в нее небольшое количество окиси кальция. Затем колбу закройте пробкой и встряхните. Образуется углекислый кальций. После того как вся окись кальция прореагирует, трубку опустите в воду и откройте зажим. Вода втягивается в колбу. Почему?

Количество реагирующих веществ должно быть рассчитано так, чтобы имелся избыток углекислого газа. Окись кальция должна прореагировать полностью, иначе при впуске воды в колбу может произойти бурная реакция между окисью кальция и водой с выделением теплоты. Колба разогреется и лопнет.

2. Выданы две банки с окисью магиия и окисью кальция. Определить двумя способами, где какие вещества.

3. При прокаливании меди образовалась окись этого металла. Снять окалину химическим способом, при этом учтите, что окись меди является основным окислом.

4. При изготовлении резины из каучука в него добавляют окись цинка (она ускоряет процесс вулканизации каучука). Собрать прибор и получить окись цинка выгодным (дешевым) способом.

5. Вес пятиокиси фосфора и окиси кальция при хранении в открытых сосудах увеличивается, а вес окиси свинца не изменяется. Почему? Показать это на опыте.

6. Вещества, которые поглощают влагу из воздуха, называются осушителями. Имеется несколько окислов: окись кальция CaO, двуокись кремния SiO_2, окись ртути HgO, пятиокись фосфора P_2O_5. Какие из них могут служить для осушения воздуха? Проделать опыт. Составить уравнения реакций.

7. Вам выданы окись меди, окись цинка, углекислый газ, двуокись кремния. Выяснить опытным путем, взаимодействуют ли эти окислы с кислотами? Составить уравнения реакций.

8. Показать на опыте, каким образом потускневшим медным изделиям можно придать первоначальный блеск.

Основания

Задачи

1. Даны медный купорос, окись меди, вода, соляная кислота и едкий натр. Исходя из предложенных веществ, получить чистые гидрат окиси меди и хлорную медь: а) без промежуточного продукта, б) через промежуточный продукт. Как проверить, что полученные вещества чистые?

2. Что произойдет, если несколько кусочков негашеной извести смочить водой? Почему кусочки извести распадаются в порошок? Испытать часть раствора красным лакмусом.

3. Объяснить, чем обусловлены сходные свойства гашеной извести, едкого натра, едкого кали и едкого барита.

4. Приготовить штукатурный «раствор» и проделать опыт, объясняющий причину его затвердевания на воздухе.

Указание к решению задачи

Штукатурный «раствор» представляет собой смесь воды, 3 вес. ч. гашеной извести и 1 вес. ч. песка.

На воздухе гашеная известь поглощает двуокись углерода и образуется твердый нерастворимый карбонат кальция $CaCO_3$. Раньше, чем начнет затвердевать штукатурный «раствор», обработайте его углекислым газом. Для сравнения немного штукатурного «раствора» оставьте открытым на воздухе.

5. Как получить гидрат окиси магния из сернокислого магния, гидрат окиси железа из хлорного железа и гидрат окиси меди из сернокислой меди? Отметить окраску осадков. Написать уравнения реакций. На полученные вещества подействовать кислотой и сделать выводы о их свойствах.

6. Едкий натр (каустическую соду) можно получить из углекислого натрия и гидрата окиси кальция. В промышленности этот способ применяется и в настоящее время. Получить кристаллический едкий натр. Как при проведении этой реакции можно убедиться, что весь углекислый натрий прореагировал?

Указание к решению задачи

В фарфоровую чашку налейте 60 *мл* 10-процентного раствора углекислого натрия Na_2CO_3 и добавьте 5 *г* гидрата окиси кальция $Ca(OH)_2$. Содержимое чашки прокипятите, добавляя по мере выкипания воду до тех пор, пока углекислый натрий полностью не прореагирует. Чтобы убедиться в этом, возьмите пробу и добавьте к ней соляной кислоты.

По окончании реакции отфильтруйте жидкость от осадка и фильтрат выпарьте досуха.

7. Как определить, не прибегая к помощи индикатора, что налитый в пробирку раствор — щелочь. Показать на опыте.

8. Определить, в какой из выданных вам пробирок содержится раствор едкого натра, в какой — гидрата окиси кальция.

9. Даны три пробирки с растворами веществ, применяющимися в медицине: известковой воды, фенолфталеина и дистиллированной воды. Определить, где какой раствор.

10. Дан раствор едкого кали и баритовая вода. Определить каждый из них. Какая из этих щелочей применяется прн получении мыла?

11. В одной пробирке находится гашеная известь, в другой — окись алюминия. Определить, в какой пробирке находится гашеная известь.

12. Как получить окись магния (двумя способами), имея металлический магний, серную кислоту и щелочь? Третьим способом получить окись магния из вещества, имеющегося в природе.

13. Используя имеющиеся на столе реактивы: хлорное железо, едкий натр и закисное сернокислое железо, —получить гидрат окиси железа.

14. Чем надо подействовать на раствор сернокислого хрома $Cr_2(SO_4)_3$, чтобы получить гидрат окиси хрома?

15. Даны вещества: кислород, алюминий, едкий натр, серная кислота, хлор и вода.

а) Получить из перечисленных веществ амфотерные гидраты окиси. Показать их свойства.

б) Из данных веществ выбрать такие, с которыми можно провести реакции замещения, и подтвердить это опытом.

Кислоты

Задачи

1. По плотности определить процентное содержание концентрированных и разбавленных кислот: серной, соляной и азотной.

2. В трех пробирках находятся концентрированные кислоты — соляная, серная и азотная. Распознать их по физическим свойствам.

Указание к решению задачи 1 и 2

Концентрированные кислоты, в особенности серная и азотная, разрушают ткани и, попадая на кожу, вызывают ожоги. Обращаться с ними надо осторожно.

3. Пронаблюдать действие железа на раствор серной кислоты, действие цинка, магния на серную и соляную кислоты. Собрать и исследовать продукты реакции.

4. В промышленности медный купорос $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ получают в основном действием 50-процентного раствора серной кислоты на медный лом. Проделать эту реакцию, взяв вместо медного лома кусочки меди.

5. Приготовить травленую кислоту для паяния. Испытать образующийся газ. Как доказать, что водород выделяется из кислоты, а не из воды?

6. Как определить, не прибегая к помощи индикатора, что раствор, налитый в пробирку, — кислота?

7. В химических лабораториях для определения концентрации какого-либо вещества часто пользуются методом титрования.

Определить концентрацию выданного вам раствора соляной кислоты.

Используя уравнение реакции, рассчитать, какое количество кислоты должно быть израсходовано для нейтрализации. Сравнить с данными опыта. Объяснить, каким образом можно установить, что реакция нейтрализации проведена полностью. В чем заключается суть реакции нейтрализации?

Доказать с помощью магния, что полученный после титрования раствор утратил кислотные свойства. Как опытным путем убедиться, что в результа́те реакции образовались вода и соль?

Указание к решению задачи

Для титрования возьмите 5-процентный раствор соляной кислоты и титруйте его 1 M раствором щелочи.

Вопросы для закрепления материала

1. Перечислите важнейшие свойства кислот.

2. Все ли соединения, имеющие в своем составе водород, относятся к классу кислот?

3. Концентрированную серную кислоту перевозят в стальных цистернах. После слива кислоты выпускной кран и люк цистерны следует плотно закрыть, иначе она придет в негодность. Почему?

Соли

Задачи

1. Слить растворы следующих солей: азотнокислого серебра и хлористого натрия; сернокислого натрия и хлористого бария; углекислого натрия и хлористого кальция.

Какие вещества в проделанных опытах выпадают в виде осадков? Какие вещества остаются в растворах? Как выделить соли в твердом виде?

2. Положить несколько кусочков едкого натра в колбу и наполнить ее сухим хлористым водородом. Реакция идет с сильным разогреванием. Какие вещества получатся в результате ее?

Получение солей

Учитель должен объяснить учащимся, что получение кислых или средних солей в значительной мере зависит от соотношения количеств взятых веществ (их концентрации) и некоторых других условий, при которых протекает реакция.

3. Получить кислые соли из следующих веществ:

а) едкого кали и серной кислоты,

б) гидрата окиси кальция и фосфорной кислоты,

в) едкого натра, углекислого газа и воды,

г) гидрата окиси кальция, углекислого газа и воды.

4. Получить средние соли из веществ, формулы которых: Na_2HPO_4, NaH_2PO_4, $Al(OH)_2Cl$, $Bi(OH)(NO_3)_2$.

5. Получить кислый углекислый барий $Ba(HCO_3)_2$.

Указание к решению задачи

Через баритовую воду, налитую в пробирку (3—4 *мл*), пропустите углекислый газ. Наблюдайте образование белого осадка. Продолжайте пропускать углекислый газ до полного растворения осадка.

6. Осуществить следующие превращения:

$$CuSO_4 \rightarrow Cu(OH)_2 \rightarrow CuO \rightarrow Cu_2(OH)_2SO_4$$

Свойства солей

7. В природной поваренной соли имеется примесь тяжелого шпата ($BaSO_4$). Очистить поваренную соль от этой примеси.

8. Технический хлористый цинк содержит примеси хлористых соединений меди и свинца. Очистить хлористый цинк.

9. Каким способом можно выделить цинк и медь из растворов хлористого цинка и медного купороса?

10. Бордосская жидкость, образующаяся при взаимодействии медного купороса с гашеной известью, представляет собой взвешенные в воде мельчайшие частицы основ-

ной сернокислой меди и основного сернокислого кальция. Являясь сильным ядом для возбудителей грибковых заболеваний, эта жидкость безвредна для растений, так как не проникает в растительные ткани. Если же при приготовлении бордосской жидкости взять меньше извести, чем необходимо, то часть медного купороса, не вступившая в реакцию, попадает в растительные ткани и наносит большой вред растению. Так же нежелателен в бордосской жидкости излишек извести.

Как можно определить, что при получении бордосской жидкости медный купорос и гашеная известь прореагировали неполностью?

11. Технический железный купорос содержит примеси медного купороса. Очистить железный купорос от медного.

12. Как отмыть колбу, на стенках которой остался осадок от баритовой воды? Дать пояснения.

13. Как действуют соляная и серная кислоты на известняк? Объяснить, почему нельзя брать серную кислоту для получения углекислого газа из известняка.

14. Из соли какого-либо металла получить основание.

15. Определить опытным путем, могут ли находиться одновременно в растворе следующие вещества: а) едкий натр и едкое кали, б) едкий натр и серная кислота, в) гидрат окиси кальция и азотная кислота, г) гидрат окиси бария и соляная кислота, д) окись кальция и вода, з) серная кислота и углекислый натрий.

16. Даны следующие вещества: окись кальция, вода, окись цинка, соляная кислота, углекислый барий, кислый углекислый натрий, хлорная медь, сернистый газ, железо, гидрат окиси меди, сернистая кислота. Какие из этих веществ будут взаимодействовать между собой?

17. Получить медь: а) из углекислой меди, б) из медного купороса.

18. Даны следующие вещества: окись кальция, вода, окись цинка, соляная кислота, углекислый барий, кислый углекислый натрий, хлорная медь, сернистый газ, железо, гидрат окиси меди, сернистая кислота.

Какие из этих веществ будут взаимодействовать между собой? Проделать эти реакции.

19. Получить из сернокислой меди окись меди.

20. Возможно ли по внешним признакам определить, идут ли реакции между следующими веществами: а) едким натром и хлорной медью; б) гидратом окиси меди и азотно-

кислым натрием; в) едким кали и углекислым свинцом, г) гидратом окиси меди и соляной кислотой?

Проделать реакции и объяснить результаты.

21. В пробирках находятся растворы едкого натра, едкого барита и углекислого натрия. Пользуясь только одним реактивом, распознать каждое из этих веществ.

22. Даны вещества: окись бария, углекислый магний, двуокись кремния, едкий натр, окись железа, сернокислая медь, соляная кислота, медь и вода.

Определить, какие из этих веществ будут взаимодействовать между собой.

23. Проделать реакции между следующими веществами: а) железом и серной кислотой, б) цинком и серной кислотой, в) гидратом окиси алюминия и серной кислотой, г) окисью кальция и водой, д) фосфорным ангидридом и водой. Рассказать о производственном применении этих реакций.

§ 7. МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Задачи

1. Как определить каждое из данных удобрений: азотнокислый кальций, азотнокислый натрий, азотнокислый аммоний?

2. Как определить следующие азотные удобрения: азотнокислый калий, сернокислый аммоний?

3. Даны простой суперфосфат, двойной суперфосфат, фосфорнокислый аммоний. Определить каждое вещество.

4. Получить калийное удобрение. В какую почву можно вносить такое удобрение?

5. Сравнить по растворимости фосфат кальция с двойным суперфосфатом. Сделать вывод, в какую почву можно вносить эти удобрения.

6. Получить из нерастворимой соли фосфорнокислого кальция растворимую кислую соль. Убедитесь, что полученный кислый фосфорнокислый кальций растворим в воде.

7. В основе большинства технических способов получения азотных удобрений лежит реакция нейтрализации. Выбрать необходимые вещества и получить азотнокислый калий, азотнокислый натрий и азотнокислый кальций.

8. Получить преципитат. Рассчитать, какие количества исходных веществ надо взять, чтобы они прореагировали

полностью. Убедитесь, что полученное вещество свободно от исходных продуктов.

9. В качестве марганцовокислого микроудобрения применяют смесь сернокислого марганца $MnSO_4$ и хлористого марганца $MnCl_2$. Провести анализ и доказать, что в состав данных удобрений входят соли соляной и серной кислот.

10. Как из двуокиси марганца получить сернокислый марганец и хлористый марганец?

11. В качестве удобрения, содержащего медь, применяется медный купорос. Его можно получить из меди и концентрированной серной кислоты, из окиси меди и разбавленной серной кислоты. Провести соответствующие реакции и показать, одинаково ли выгодны в отношении расхода серной кислоты оба способа.

12. Даны два микроудобрения: борная кислота H_3BO_3 и бура $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$. Определить каждое вещество.

13. Хорошим удобрением является сернокислый цинк. Получить это удобрение всеми возможными способами.

14. В четырех пробирках находятся микроудобрения: сернокислый цинк $ZnSO_4$, сернокислый марганец $MnSO_4$, борная кислота H_3BO_3 и сернокислая медь $CuSO_4$. Как определить каждое из удобрений?

15. Почему под действием едкого барита на сернокислую медь нельзя получить гидрат окиси меди в чистом виде? Провести эксперимент и сделать вывод.

16. Огарок (побочный продукт при получении серной кислоты) используется в качестве удобрения. Экспериментально доказать, в какую почву (кислую, щелочную или нейтральную) его можно вносить.

17. На опыте доказать, что огарок[1] при неправильном хранении (под действием воды) теряет свойства удобрения.

18. Исходя из азотнокислого кальция, получить вещество, из которого можно выделить металлический кальций и азотнокислый аммоний (ценное удобрение). Проверить чистоту полученных продуктов.

19. Получить преципитат, используя при этом соединения кальция, встречающиеся в природе. Какое второе вещество потребуется для этого?

20. Даны два удобрения: первичный фосфат калия

[1] В состав огарка входят: окись железа, окись меди, окись цинка, сернокислая медь и сернокислый цинк.

KH_2PO_4 и сернокислый магний $MgSO_4$. Определить каждое из них.

21. Для выращивания растений в искусственной среде была использована питательная смесь Кнопа (азотнокислый кальций $Ca(NO_3)_2$ — 1,0 *г*, кислый фосфорнокислый калий KH_2PO_4 — 0,25 *г*, хлористый калий KCl—0,125 *г*, сернокислый магний $MgSO_4$ —0,25 *г*, хлорное железо $FeCl_3$ — 0,025 *г*. Провести анализ смеси и определить каждую из указанных солей.

22. Из калийных руд в качестве удобрения может быть использован полигалит ($2CaSO_4 \cdot MgSO_4 \cdot K_2SO_4 \cdot 2H_2O$). Разделить минерал на составляющие соли и доказать его состав.

§ 8. МЕТАЛЛЫ

Задачи

1. Восстановить углем медь из окиси меди. Собрать и исследовать газ, получившийся в результате реакции. Показать разницу в свойствах исходного и полученного веществ.

2. Показать на опыте, что окись меди, окись свинца, окись железа имеют сходные химические свойства.

3. Получить гидрат окиси меди, имея медь и другие необходимые реактивы.

4. Получить из природного минерала малахита гидрат окиси меди.

5. Сравнить действие на железо уксусной кислоты, воды, раствора бромистого калия.

6. Проследить взаимодействие цинка, олова, свинца, хрома, алюминия с соляной кислотой. По интенсивности выделения водорода определить, какие металлы более энергично реагируют с соляной кислотой.

7. Показать на опыте, как можно распознать железные руды: магнитный железняк, красный железняк, шпатовый железняк (гидерит), пирит. Какие из этих руд используются для выплавки чугуна в доменной печи?

8. Технический железный купорос содержит примесь медного купороса. Очистить железный купорос.

9. В одной бутыли содержится соляная кислота, в другой — азотная. Определить с помощью медной проволоки, в какой бутыли — азотная кислота.

При решении задач по этой теме следует рассказать учащимся, что наиболее распространенное в природе соединение натрия — хлористый натрий, образующий залежи каменной соли. Натрий входит в состав чилийской селитры, минерала тенардита (Na_2SO_4), мирабилита, или глауберовой соли ($Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$), глауберита ($Na_2SO_4 \cdot CaSO_4$) и др.

Калий входит в состав минералов: сильвинита (соликамский сильвинит содержит 25% KCl и 75% NaCl), карналлита $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, каинита $MgSO_4 \cdot KCl \cdot 3H_2O$.

Задачи

1. Что произойдет с едким натром, если оставить его на воздухе? Какое вещество получится? Сделать вывод, как надо хранить едкий натр.

Указание к решению задачи

В сухую колбу соберите углекислый газ из аппарата Киппа. С помощью горящей лучины проверьте полноту наполнения колбы углекислым газом. Насыпьте в колбу сухого едкого натра и закройте ее пробкой. Встряхните. Наблюдайте изменения, происходящие с едким натром, и образование капель. Отметьте, что реакция происходит с выделением теплоты, как всякая реакция нейтрализации.

2. Даны растворы едкого кали, серной кислоты, хлористого натрия. Определить каждое вещество.

3. Сода является важнейшим химическим продуктом. В промышленности ее получают аммиачным способом, в основе которого лежат реакции, выраженные уравнениями

$$NH_3 + CO_2 + H_2O = NH_4HCO_3$$
$$NH_4HCO_3 + NaCl = NaHCO_3 + NH_4Cl$$
$$2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$$

Получить соду аммиачным способом.

4. Могут ли одновременно находиться в растворе следующие вещества: едкий натр и сернокислый свинец; гидрат окиси кальция и сернокислый магний; едкое кали и углекислый свинец; едкий натр и хлорное железо; едкое кали и азотнокислый свинец? Подумать, в каком виде надо брать исходные вещества. Определить условия, при которых происходят эти реакции.

5. Едкое кали обычно содержит в виде примеси углекислый калий. Чем это объясняется? Как убедиться на опыте в наличии такой примеси?

6. Образец сульфата бария содержит в виде примеси карбонат бария. Как можно удалить примесь?

Указание к решению задачи

Обе соли нерастворимы в воде. Подействуйте на образец такой кислотой, которая взаимодействовала бы только с углекислым барием. Лучше возьмите серную кислоту.

7. Как можно показать на простом опыте значение перегородки при электролизе поваренной соли?

Указание к решению задачи

При отсутствии перегородки едкий натр не образуется, так как получающиеся в результате электролиза вещества (Cl и NaOH) реагируют между собой. Пропустите хлор через раствор едкого натра. Образуются соли соляной и хлорноватистой кислот

$$2NaOH + Cl_2 = NaCl + NaClO + H_2O$$

8. Получить в лаборатории хлорноватистокислый натрий NaClO.

9. Пропустить в продолжение 30 *мин* (при охлаждении) углекислый газ в крепкий раствор углекислого натрия Na_2CO_3. Наблюдать образование кристаллов. Как доказать, что образовавшаяся соль — кислый углекислый натрий?

На основании только что проделанного опыта сделать заключение о том, какая соль больше растворима в воде — кислая или средняя.

10. Проанализировать состав кислого углекислого натрия и подобрать реактив для превращения его в среднюю соль. Доказать, что полученное вещество — средняя соль.

11. Показать на опыте, как можно в домашних условиях отличить питьевую соду от стиральной.

§ 10. ГАЛОГЕНЫ

Все опыты с хлором проводить под тягой!

Задачи

1. Получить хлор из соляной кислоты. Рассчитать, сколько нужно взять 30-процентного раствора соляной

кислоты для получения 11,2 *л* хлора (при 0°С и 760 *мм рт. ст.*)

2. Получить хлор, исходя из хлористого магния и других необходимых для опыта реактивов. Какой из проделанных вами способов получения хлора (в задачах 1, 2) лучше?

3. Получить хлорную медь.

Указание к решению задачи

Нагрейте пучок медных проволочек и тотчас опустите в сосуд с хлором. Закройте сосуд. Наблюдайте горение меди в хлоре. После остывания сосуда налейте в него немного воды и взболтайте. Как доказать, что полученная соль — хлорная медь $CuCl_2$? Из какого природного соединения, представляющего собой основную соль, получают хлорную медь в промышленности?

4. Какой металл — железо или сурьма — активнее соединяется с хлором?

Указание к решению задачи

На конце железной пластинки нагрейте немного железных опилок и высыпьте их в сосуд с хлором. Наблюдайте горение железа в хлоре.

Всыпьте порошок сурьмы в хлор: она воспламеняется.

5. Сравните активность кислорода и хлора.

Указание к решению задачи

Возьмите два цилиндра, наполненные один хлором, другой — кислородом. Опустите в цилиндр с хлором тонкую спираль из медной проволоки, предварительно нагрев ее до красного каления. Такую же спираль поместите в цилиндр с кислородом. Наблюдайте различие в интенсивности горения. Какой газ химически более активен? Какие продукты образовались при горении меди в хлоре, в кислороде?

6. Что общего в процессах взаимодействия хлора и кислорода с веществом, из которого состоит свеча?

Указание к решению задачи

Для опыта возьмите два цилиндра, наполненные один хлором, другой — кислородом. В каждый из них опустите горящую свечу. Наблюдайте за процессом горения.

7. Получить бисульфат натрия и сульфат натрия. Объясните, почему при проведении этих реакций нужно брать концентрированную серную кислоту. (Собрать хлористый водород для задач 8 и 9.)

Указание к решению задачи

В зависимости от температуры реакция протекает различно.

а) При температуре до 450°С получается бисульфат натрия

$$NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl \uparrow$$

б) При температуре около 700°С бисульфат натрия реагирует еще с одной молекулой поваренной соли, образуя сульфат натрия

$$NaHSO_4 + NaCl = Na_2SO_4 + HCl \uparrow$$

8. Одна из стадий получения соляной кислоты в промышленности — растворение хлористого водорода в воде. Проделать опыт, доказывающий, что хлористый водород хорошо растворяется в воде. Определить приблизительно, какой концентрации получается соляная кислота.

9. Определить различие в свойствах хлористого водорода и соляной кислоты. Доказать, что при растворении хлористого водорода в воде выделяется теплота (применить термоскоп).

Указание к решению задачи

Различие в свойствах хлористого водорода и соляной кислоты покажите на примере их отношения к металлам.

10. Определить, химически чистая или техническая кислота дана для опыта. Как при производстве соляной кислоты в нее попадают соли?

11. В одной пробирке находится концентрированная соляная кислота, в другой — разбавленная. Определить, какая кислота в какой пробирке.

12. Получить жавелевую воду двумя способами. Жавелевую воду использовать для решения задачи 13.

Указание к решению задачи

Действуя хлором на раствор щелочи, получите соли хлорноватистой и соляной кислот. Реакцию проводите при пониженной температуре. Раствор этих солей, называе-

мый жавелевой водой, применяют в технике для отбелки тканей.

Можно приготовить жавелевую воду путем пропускания хлора через раствор щелочи или электролизом раствора хлористого натрия. Получающиеся при электролизе хлор и щелочь взаимодействуют, образуя жавелевую воду.

Первый способ. Пробирку с разбавленным раствором щелочи поставьте в стакан с ледяной водой. В течение нескольких минут через раствор пропускайте хлор. Напишите уравнение реакции. Раствор сохраните для следующих опытов. Работа производится под тягой.

Второй способ. Разбавленный раствор хлористого натрия поместите в стакан с холодной водой или льдом. В течение нескольких минут пропускайте через раствор соли постоянный ток напряжением 4—6 *в*.

Электролиз соли для получения жавелевой воды следует вести при температуре не выше 20°С.

13. Показать на опыте, что жавелевая вода обесцвечивает краски.

Указание к решению задачи

К раствору индиго или фуксина добавьте немного жавелевой воды, полученной в предыдущих опытах. Наблюдайте изменение цвета. Возьмите подкисленный раствор индиго и повторите опыт.

14. Как от действия хлорной воды изменяется цвет раствора лакмуса? Дать объяснение.

15. Показать на опыте, что хлор обесцвечивает ткани.

Указание к решению задачи

В цилиндр с хлором опустите лоскут мокрой цветной ткани. Наблюдайте обесцвечивание ткани.

16. Получить хлорную известь.

Указание к решению задачи

Работа проводится **под тягой**. При взаимодействии хлора с гидратом окиси кальция образуется смешанная соль хлорноватистой и соляной кислот, которая называется хлорной или белильной известью

$$Cl_2 + 2Ca(OH)_2 = Ca(ClO)_2 + H_2O + CaCl_2$$

В химический стакан положите 3—4 *г* гидрата окиси кальция и налейте 15—20 *мл* воды. Полученную смесь подогрейте до 30°С и пропустите через нее хлор. Образуется мелкокристаллический осадок хлорной извести. Осадок отфильтруйте.

17. Выделить из хлорной извести: а) хлор и б) кислород.

Указание к решению задачи

Полученную (в задаче 21) хлорную известь поместите в две пробирки. В первую пробирку налейте соляной кислоты и наблюдайте выделение хлора. Во вторую пробирку добавьте немного воды, чтобы получить крепкий раствор хлорной извести. Добавьте к этому раствору какой-нибудь соли кобальта. Нагрейте пробирку. Наблюдайте выделение кислорода (проба тлеющей лучинкой).

18. Доказать, может ли гашеная известь поглощать хлор.

Указание к решению задачи

Возьмите чайную ложку гашеной извести и, пользуясь бумажной воронкой, всыпьте ее в цилиндр с хлором (белый экран). Хлор поглощается. Введите в цилиндр влажную лакмусовую бумагу: бумага не обесцвечивается. Перенесите из цилиндра хлорированную известь в другой наполненный хлором цилиндр. Известь снова взаимодействует с хлором.

19. Доказать качественный состав хлорной меди $CuCl_2$.

20. Получить хлористый кальций всеми возможными способами.

21. Определить, содержит ли данный образец азотнокислого натрия примеси хлоридов.

22. В пробирках находятся: раствор хлористого натрия, известковая вода и дистиллированная вода. Определить, в какой пробирке какое вещество.

Бром, иод

Задачи

1. Калийные залежи Соликамска представлены преимущественно минералами: карналлитом ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) и сильвинитом ($KCl \cdot NaCl \cdot 6H_2O$). Найти из выданных вам двух минералов сильвинит.

2. Определить, где лучше растворяется иод: в чистой воде, в воде в присутствии иодистого калия или в органических растворителях.

3. Доказать, что в состав бромистого магния входит бром.

4. Выданы твердые вещества: углекислый натрий Na_2CO_3, хлористый натрий $NaCl$, бромистый натрий $NaBr$. Определить каждое вещество.

5. Выданы вещества: соляная кислота, раствор иодистого натрия и крахмал. Определить каждое вещество.

6. Разделить смесь, состоящую из следующих веществ: окиси меди, хлористого натрия, двуокиси кремния и иода.

7. Получить иод из иодистого калия. Сделать иодную вытяжку (так получают иод в промышленности).

8. Очистить иодистый калий от примеси иода.

9. Получить иодную воду и иодную настойку.

10. Доказать, что хлор активнее других галогенов.

11. Сравнить действие на красящие вещества бромной и хлорной воды.

Указание к решению задачи

Приготовьте разбавленные растворы бромной и хлорной воды. Поместите в них лакмусовую бумагу, лепесток цветка, кусок окрашенной ткани. Наблюдайте обесцвечивание.

Вопросы для закрепления материала

1. В результате каких реакций происходит обесцвечивание красок?

2. Является ли обесцвечивание ткани процессом взаимодействия хлора с веществом краски или окислительное действие хлора — вторичный процесс?

3. Для каких целей в текстильной и бумажной промышленности применяется хлор? Сделать вывод из свойств хлора, выявленных в результате проделанного опыта с обесцвечиванием ткани.

4. Одним из процессов очистки питьевой воды является обеззараживание ее хлором, в результате введения которого погибают многие бактерии. В чем химическая сущность этого процесса?

5. Каким способом можно выделить галогены из природных соединений?

6. Какими общими химическими свойствами обладают водородные соединения галогенов?

7. Каково назначение органических растворителей в химическом производстве?

8. Какое воздействие оказывает хлор на соединение брома и иода?

§ 11. РАСТВОРЫ

При изучении этой темы следует рассказать учащимся, что вода — хороший растворитель твердых, жидких и газообразных веществ. Это свойство ее широко используется в промышленности.

Задачи

1. Что быстрее будет растворяться: раздробленный кусок сахара или целый кусок сахара? Показать на опыте.

2. Подобрать вещества нерастворимые, мало растворимые и хорошо растворимые в воде и подтвердить это их свойство на опыте.

3. Сколько можно растворить поваренной соли и селитры в 20 *мм*³ воды при данной температуре?

4. Показать на опыте, как влияет изменение температуры на растворимость в воде.

Указание к решению задачи

6 *г* двухромовокислого калия положите в пробирку и налейте 100 *см*³ воды. Взбалтывайте в течение 5 *мин*. Растворился ли весь двухромовокислый калий? Нагрейте до кипения. Что наблюдаете? Сделайте вывод.

5. Приготовить 250 *мл* 5-процентного раствора поваренной соли (уд. вес 1,034) и 350 *мл* 3-процентного раствора поваренной соли (уд. вес. 1,013). Смешать эти растворы и определить концентрацию вновь полученного раствора.

Указание к решению задачи

1) Найдите вес 250 *мл* раствора по формуле

$$P = d \cdot V$$
$$P = 1{,}034 \cdot 250 = 258{,}5\,(г).$$

2) Найдите вес поваренной соли.

$$258{,}5 \cdot 0{,}05 = 12{,}925 = 12{,}9\ (г).$$

3) Высыпьте в колбу 12,9 *г* соли.

4) Рассчитайте количество воды, в котором следует растворить полученную навеску соли. Весь раствор весит 258,5 *г*, а вес соли составляет 12,9 *г*. Разность их весов будет равна весу воды: 258,5—21,9=245,6 (*г*). Поскольку удельный вес воды равен единице, то объем ее будет равен 245,6 $см^3$.

5) Отмерьте мензуркой 245,6 $см^3$ воды, вылейте ее в колбу. Проверьте удельный вес раствора с помощью ареометра.

6) Так же приготовьте 350 *мл* 3-процентного раствора поваренной соли.

Слейте оба полученных раствора в одну колбу. Определите ареометром удельный вес раствора, полученного от смешивания, и найдите по таблице концентрацию раствора, соответствующую данному удельному весу.

7) Вычислите концентрацию слитых растворов.

6. Из 100 *г* 36-процентного раствора хлористого калия получить 20-процентный раствор.

Указание к решению задачи

1) Находим вес хлористого калия, содержащегося в растворе: 100:0,36=36 (*г*).

2) Определяем вес раствора: 36 : 0,20=180 *г*.

3) Находим количество воды в растворе: 180—36=144(*г*).

4) В 36-процентном растворе хлористого калия воды содержится: 100—36=64 (*г*).

5) Вычислим, сколько воды надо долить в имеющийся 36-процентный раствор, чтобы получить 20-процентный раствор: 144—64=80 (*г*).

6) Отмерьте 80 *мл* воды и влейте в 36-процентный раствор.

7) С помощью ареометра проверьте концентрацию раствора.

7. Выделить гигроскопическую воду из песка, воды, кусочка ткани.

Указание к решению задачи

Держа пробирку отверстием вниз, нагрейте в ней, стараясь не обугливать, порознь песок, вату, кусочек белой ткани. Что замечаете при нагревании этих веществ? Изменились ли свойства нагреваемых веществ?

8. Каким способом можно выделить кристаллизационную воду из медного купороса? Показать на опыте.

9. Как отличить растворимые вещества от нерастворимых? Показать на опыте.

10. Приготовить 0,1 *М* раствор йодистого калия.

11. Приготовить 0,2 *М* раствор углекислого натрия и 0,1 н. раствор углекислого калия.

12. Экспериментально проверить, какую—кислую, щелочную или нейтральную—реакцию получим, если к 35 *мл* 8-процентного раствора серной кислоты (d=1,05) прибавить 18 *мл* 6-процентного раствора едкого натра (d=1,065).

12. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОЙ ДИССОЦИАЦИИ

При решении задач по этой теме надо обратить внимание учащихся на то, что когда в растворе имеются разные катионы и анионы, то при прохождении электрического тока катионы и анионы будут разряжаться в определенной последовательности. Для того чтобы определить, какой катион будет раньше других принимать электроны, следует пользоваться рядом напряжений металлов.

Из анионов легче разряжаются анионы галогеноводородных кислот, разряд их на аноде происходит в следующей последовательности: J^-, Br^-, Cl^-, F^-.

Несколько труднее разряжаются гидроксильные ионы OH^-, затем анионы кислородных кислот SO_4^{2+}, NO_3^-, PO_4^{3-}.

Задачи

1. На основе опыта составить ряд из металлов: меди, цинка, ртути, железа, свинца — в порядке убывания их химической активности.

Указание к решению задачи

В небольшие пробирки налейте растворы следующих солей: сернокислого цинка $ZnSO_4$, закисного сернокислого железа $FeSO_4$, азотнокислого свинца $Pb(NO_3)_2$, сернокислой меди $CuSO_4$ и азотнокислой ртути $Hg(NO_3)_2$.

В каждую пробирку опустите небольшие кусочки цинка, предварительно протравленные в растворе соляной кислоты и промытые в воде. Наблюдайте за протеканием реакций. Затем вылейте растворы из пробирок и отметьте изменение поверхности цинка.

Налейте в чистые пробирки растворы тех же солей и опустите в каждую пробирку зачищенную наждачной бумагой железную проволочку. Наблюдайте за происходящими явлениями.

Снова налейте в пробирку растворы тех же солей и опустите в каждую из них медную проволочку, предварительно зачищенную наждачной бумагой. Что происходит? Сделайте вывод.

2. Определить химическую активность металлов — цинка, железа, меди — по результатам их взаимодействия с соляной кислотой.

3. Между какими из следующих взятых попарно веществ в растворе пойдут реакции: железом и соляной кислотой; свинцом и азотнокислой медью; медью и соляной кислотой; цинком и сернокислым магнием; медью и азотнокислой ртутью; железом и сернокислой медью?

3. Опустить в раствор уксусной кислоты электроды, соединенные с источником тока, и включить в цепь лампочку. Определить по накалу лампочки, как изменится электропроводность раствора уксусной кислоты при добавлении раствора щелочи или соды.

Объяснить происходящие явления.

4. Как надо поставить опыт, чтобы при перемене местами анода и катода процесс электролиза шел в обратном направлении.

Указание к решению задачи

В U-образную трубку налейте раствор уксуснокислого свинца $(CH_3COO)_2Pb$ и проведите электролиз. Электроды угольные. Наблюдайте выделение кислорода на аноде и кристаллов металлического свинца на катоде. Напишите уравнения анодной и катодной реакций. Поменяйте местами полюса источников тока. Наблюдайте растворение кристаллов свинца на аноде и появление их на катоде.

5. Определить опытным путем, какие вещества образуются в процессе электролиза сернокислого натрия Na_2SO_4. Написать уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде.

Указание к решению задачи

В U-образную трубку налейте раствор сернокислого натрия и добавьте в оба колена по 2—3 капли лакмуса. Присоедините угольные электроды к источнику постоян-

ного тока, опустите их в раствор. Объясните причину изменения окраски лакмуса в трубке.

6. Поставить опыт, доказывающий, что при электролизе раствора иодистого калия получается иод. Написать уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде.

Указание к решению задачи

В U-образную трубку налейте раствор иодистого калия. Соедините угольные электроды с источником постоянного тока и опустите их в раствор. Наблюдайте появление бурой окраски у анода. Определите присутствие иода крахмалом. Проверьте характер среды у катода фенолфталеином.

7. Проделать опыт, показывающий, что если из раствора удалить ионы, то он перестанет пропускать электрический ток.

Указание к решению задачи

Налейте в стакан немного дистиллированной воды и опустите угольные электроды, соединенные с электрической лампочкой и с источником тока. Затем небольшими порциями наливайте раствор едкого барита до тех пор, пока лампочка не будет ярко гореть. После этого добавляйте раствор серной кислоты до тех пор, пока не погаснет лампочка.

Объясните причины происходящих явлений.

8. Определить, пользуясь только раствором едкого натра, в каком из трех выданных вам растворов имеются ионы натрия, в каком — ионы магния и в каком — ионы алюминия.

9. Определить исходные вещества и получить электролизом водород и бром.

§ 13. ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Задачи

1. Составной частью известковых растворов является гашеная известь. Какие превращения происходят с гашеной известью на воздухе?

2. Показать на опыте, можно ли хранить на воздухе гашеную и негашеную извести.

3. В лаборатории имеются следующие вещества: окись

кальция, вода, хлор, соляная и серная кислоты. Какие соли и при каких условиях можно получить из указанных веществ?

4. Как отличить гашеную известь от измельченного в порошок известняка?

5. Показать на опыте, каким образом, не изменяя температуру, можно остановить разложение углекислого кальция.

6. Как можно получить двумя способами углекислый кальций $CaCO_3$? Можно ли назвать полученные в результате реакций вещества мелом, мрамором, известняком?

7. Проделать реакции и объяснить, что произойдет при добавлении соды к жесткой воде, содержащей бикарбонат кальция $Ca(HC_3O)_2$, бикарбонат магния $Mg(HCO_3)_2$, сульфат магния $MgSO_4$ и сульфат кальция.

8. Показать на опыте, какие ионы нужно удалить из природной воды, чтобы сделать ее мягкой.

9. Прибавлением к воде соды устраняется как временная, так и постоянная жесткость воды. Можно ли заменить соду фосфатом натрия Na_3PO_4. Проделать опыт.

10. Выделить чистый хлористый кальций из смеси хлористого кальция с углекислым кальцием.

11. Доказать на опыте, что при получении гашеной извести из известняка происходят химические превращения.

Указание к решению задачи

Прокалите на сетке небольшие кусочки мрамора или известняка. Образовавшуюся окись кальция соберите в пробирку и смочите незначительным количеством воды. Наблюдайте, происходит ли реакция. Затем прибавьте еще воды. Все ли вещество растворилось? Что представляет собой нерастворившийся осадок?

12. Жженая известь часто содержит примеси известняка и песка. Обнаружить эти примеси.

13. Получить хлористый кальций из углекислого кальция.

14. Показать на опыте, какие из попарно перечисленных гидроокисей являются более сильными основаниями: гидрат окиси кальция и гидрат окиси цинка; гидрат окиси бария и гидрат окиси никеля.

15. Перевести углекислый кальций в такую соль, которая диссоциировала бы в воде на ионы.

16. На простом опыте показать, как можно отличить продукт обжига магнезита от продукта обжига известняка.

17. Обнаружить примесь двуокиси кремния в известняке.

18. Определить, полностью ли известняк разложился при нагревании.

19. Как распознать мрамор (известняк)? Показать на опыте.

20. Как изменяется скорость химической реакции при нагревании?

Указание к решению задачи

В две пробирки с холодной водой опустите очищенные до блеска кусочки магниевой ленты. Одну пробирку нагрейте так, чтобы вода закипела. Сравните скорость реакции в кипящей и холодной воде.

21. Получить из углекислого бария баритовую воду.

22. Имеется смесь двух природных солей: сернокислого магния $MgSO_4$ и сернокислого натрия Na_2SO_4. Как доказать, что в растворе находится соль магния?

Указание к решению задачи

Характерной для магния реакцией является образование кристаллического осадка двойной соли $MgNH_4PO_4$ под действием хлористого аммония и фосфата натрия в аммиачном растворе.

§ 14. АЛЮМИНИЙ

Для решения приведенных ниже задач необходимо вспомнить свойства алюминия. Это можно сделать при опросе, предложив ученикам выполнить несложные опыты.

Задачи

1. Доказать на опыте, что гидрат окиси алюминия имеет амфотерные свойства.

2. Показать на опыте, что алюминий может вытеснять железо из его окислов.

Указание к решению задачи

Приготовьте термит (27% мелко размолотого Fe_3O_4 и 28% алюминия), насыпьте в железный тигель. Подожгите его специальным запалом (если его нет, то воспользуйтесь

лентой магния). Наблюдайте горение. Восстановленное железо как более тяжелое опустится вниз.

3. Получить окись хрома из бихромата аммония, а из нее — металлический хром.

Указание к решению задачи

Поместите на сетку растолченный бихромат аммония. Нагрейте его. Происходит реакция:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7 = N_2 + Cr_2O_3 + 4H_2O$$

Наблюдайте изменение цвета вещества. Окись хрома и порошок алюминия перемешайте, пересыпьте в железный тигель и в смесь вставьте ленточку магния. Подожгите ее. По окончании реакции на дне тигля найдете серебристый металл — хром.

4. При промышленном производстве сернокислого алюминия в качестве промежуточного продукта получается гидрат окиси алюминия, который бывает загрязнен гидратом окиси меди. Разделить смесь.

5. Сульфат алюминия применяется в бумажной промышленности. Определить качественный состав сульфата алюминия.

6. Показать на опыте, что гидрат окиси алюминия является адсорбентом.

Указание к решению задачи

Получите гидрат окиси алюминия. Отфильтруйте его и промойте осадок водой.

Возьмите какой-либо слабоокрашенный раствор органического красителя (анилиновые чернила, анилиновая краска) и пропустите его через осадок гидрата окиси алюминия. Наблюдайте происходящее явление.

7. Какие надо взять реактивы, чтобы получить алюминат калия из азотнокислого алюминия?

8. Дюралюминий применяется в авиастроении. Взять кусочек дюралюминия и доказать, что в его состав входят алюминий, медь и магний.

9. Как взаимодействует алюминий с кислотами?

§ 15. ЖЕЛЕЗО

Задачи

1. Получить железо из гидрата окиси железа.

Указание к решению задачи

Чистый, высушенный при 110—120°С и истертый в тонкий порошок гидрат окиси железа насыпьте тонким слоем в фарфоровую трубку из тугоплавкого стекла и пропустите через нее чистый сухой водород. Не прекращая тока водорода, доведите трубку до темно-красного каления. **Осторожно!** Восстановление ведите до тех пор, пока в трубке не перестанет образовываться вода (для испытания выходящие из трубки газы направляют на холодное стекло, если стекло не запотеет, то реакция закончена). Дайте трубке остыть в токе водорода и полученный порошок железа поместите в банку с хорошо притертой стеклянной пробкой.

Восстановление необходимо проводить при определенной температуре. Если трубка нагрета ниже темно-красного каления, получается пирофорное железо[1], которое, соприкасаясь с воздухом, немедленно окисляется. При более высокой температуре (выше температуры каления) вместо тонкого порошка получается спекшаяся масса.

Водород, употребляемый для восстановления, предварительно очищают, для чего пропускают его сначала через щелочной раствор углекислого свинца $Pb(CH_3COO)_2$, затем — через раствор медного купороса $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, а для осушки — через концентрированную серную кислоту.

2. Из окиси железа получить чистое железо.

Указание к решению задачи

Навеску окиси железа в 20 *г* нагрейте в токе водорода в течение 40 *мин*, постепенно повышая температуру от 400 до 700°С.

При 700°С ведите восстановление 20 *мин*, затем охладите трубку в токе водорода 400°С и герметически закройте.

Получается 95—96-процентное железо.

3. Получить окись железа Fe_2O_3 из гидрата окиси железа.

4. В промышленности красную краску «мумия» получают путем прокаливания окисного сернокислого железа, которое при этом разлагается на два окисла, один из них — летучий. Получить краску «мумия» таким способом.

---

[1] Пирофорное железо — химически чистое железо, полученное восстановлением из окиси.

5. В лаборатории имеется смесь металлического железа с закисью и окисью железа. Получить из данной смеси хлористое железо.

6. В промышленности железный купорос получают растворением кусков железа в 20—30-процентном растворе серной кислоты. Получить железный купорос описанным способом.

7. Растворы хлорного железа применяются как наружное кровоостанавливающее средство при порезах (ион Fe^{3+} вызывает быстрое свертывание крови). Получить безводное хлорное железо: а) взаимодействием железа с хлором при нагревании, б) растворением железа в соляной кислоте с последующей обработкой раствора хлором и выпариванием. Какой способ вы считаете более выгодным?

8. Смешаны две соли: железный и медный купоросы. Разделить их.

9. В промышленности гидрат окиси железа получают из железа. Получить гидрат окиси железа этим способом. Провести очистку получившихся продуктов.

10. Железная руда (красный железняк) содержит до 20% примесей, среди которых имеется песок (SiO_2). Обнаружить примесь в руде.

11. В природной воде содержится сернокислое железо. Очистить воду от этой примеси.

Указание к решению задачи

Очистку произведите при помощи извести.

12. Растворить чугун в соляной кислоте. Что останется в осадке?

13. Показать, что латунь является сплавом меди и цинка.

Указание к решению задачи

Возьмите небольшой кусочек листовой латуни и разделите его на две части. Одну часть оставьте для сравнения. Второй кусочек зачистите до блеска наждачной бумагой и опустите в пробирку с концентрированной соляной кислотой.

Нагрейте пробирку, не доводя кислоту до кипения, проследите за выделением газа. Проводите реакцию в течение 10 *мин.*

Осторожно слейте жидкость, кусочек латуни промойте водой. Сравните его цвет с цветом оставшегося кусочка. Объясните, чем вызвано изменение цвета. Рассмотрите по-

верхность в лупу. Какой компонент сплава вступил в реакцию? Какой газ выделится в результате реакции?

14. Карбонат двухвалентного железа осаждают из растворов солей карбонатом щелочных металлов. При действии воды, содержащей углекислый газ, карбонат железа частично переходит в более растворимую кислую соль бикарбонат железа $Fe(HCO_3)_2$. Получить карбонат и бикарбонат железа.

15. Провести воронение стали.

Указание к решению задачи

Хорошо очищенную стальную пластинку поместите в горячий раствор марганцовой (цинковой) соли фосфорной кислоты. Погруженная в раствор пластинка через 40 *мин* покроется тонким фосфатным слоем темно-серого цвета с зеленоватым оттенком. Фосфатная пленка отличается коррозийной устойчивостью и обладает высокими электроизоляционными свойствами.

16. Провести пассивирование и оксидирование железа.

Указание к решению задачи

Железную пластинку опустите на 3—4 *мин* в пробирку с раствором медного купороса. Вторую такую же пластинку опустите на 3—4 *мин* в концентрированную азотную кислоту. Осторожно, избегая толчков, выньте пластинку, промойте ее водой и опустите в раствор медного купороса. Происходит ли отложение меди?

Железную пластинку очистите наждачной бумагой, промойте в 5-процентном растворе соляной кислоты, затем в воде и прикрепите к ней тонкую проволоку.

Нагрейте до кипения 100 *мл* раствора, содержащего на 1 *л* воды 600 *г* едкого натра и 60 *г* нитрата натрия, и опустите в него железную пластинку. Периодически (через 3, 5, 10 и 15 *мин*) вынимайте пластинку и наблюдайте изменение окраски. Что образуется на поверхности металла?

§ 16. СЕРА

Задачи

1. Сера в виде тончайшего порошка — серного цвета применяется для борьбы с болезнями виноградной лозы. Получить серный цвет перегонкой комковой серы. Рассмотреть под микроскопом получившиеся кристаллы серы. Обратить внимание на форму кристаллов. Зарисовать их.

Указание к решению задачи

Возьмите загрязненные песком кусочки серы и положите в пробирку. Нагрейте серу до кипения и над парами серы подержите холодный предмет. Соберите серный цвет. На стеклышке растворите его в нескольких каплях сероуглерода.

2. В свободном состоянии самородная сера встречается в смеси с известняком, гипсом, песком и другими примесями. Отделить серу от примесей путем ее расплавления.

Сероводород (опыты проводятся **под тягой**)

3. Сероводород является очень дешевым сырьем для получения серной кислоты. Проделать реакции, которыми пользуются при получении серной кислоты из сероводорода.

4. Получить сернистый газ из пирита.

Указание к решению задачи

Серная кислота получается из пирита путем обжига. Положите несколько кусочков пирита в тугоплавкую трубку, укрепите ее в штативе и сильно нагрейте на горелке.

Выделяющийся через верхний конец трубки сернистый газ может быть обнаружен по запаху и по покраснению синей лакмусовой бумажки. Напишите уравнение реакции, имея в виду, что один из ее продуктов — окись железа Fe_2O_3. Зная свойства сернистого ангидрида, подберите вещества, которыми он поглощается.

5. Получить кислый сернокислый натрий и сернокислый натрий, исходя из сернистого газа.

Указание к решению задачи

Приготовьте 120 *г* 5-процентного раствора едкого натра. Раствор разделите на две части (1 : 2). Пропускайте сернистый газ.

Соли серной кислоты

6. В двух ящиках находятся удобрения: в одном — каинит ($KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$), в другом — хлористый калий KCl. Определить эти вещества.

7. В борьбе с вредителями растений большое применение находит хлористый барий. Получить хлористый барий из тяжелого шпата.

Указание к решению задачи

Смешайте сернокислый барий с древесным углем. Нагрейте эту смесь в тигле. Происходит восстановление сернокислого бария

$$BaSO_4 + 2C = BaS + 2CO_2$$

Смешайте сернокислый барий и углекислый натрий. Они взаимодействуют при высокой температуре, для понижения которой добавьте немного хлористого натрия и буры. В результате реакции получаются две соли, одна из которых растворима в воде. Подействуйте соляной кислотой, получится хлористый барий.

8. Как определить, что в состав минерала тяжелого шпата входит ион SO_4^{2-}?

9. Исследовать, почему свинец практически не растворяется в соляной и разбавленной серной кислотах, хотя он стоит в ряду напряжений левее водорода.

10. Исходя из сернистого ангидрида, получить сернокислый натрий таким способом, в котором не получался бы в качестве промежуточного продукта сернистокислый натрий.

Указание к решению задачи

В сосуд с сернистым газом добавьте раствор едкого натра. Отлейте немного полученного раствора в пробирку. В оставшуюся часть раствора пропустите кислород. Какие вещества получились?

11. Получить горькую соль двумя способами.

12. Литопон — смесь сернистого цинка (29%) с сульфатом бария — обычно содержит в виде примеси около 3% окиси цинка. Доказать, что в состав литопона входит сернистый цинк.

13. Ультрамарин — краска, получаемая обжигом каолина вместе с сульфатом натрия и углем. Проделать реакцию, доказывающую, что в состав ультрамарина входит сульфат натрия.

14. В лаборатории оказались без этикеток четыре банки с белыми порошками. Предполагается, что в них находятся белые краски: литопон — смесь сульфида цинка и сульфата бария, цинковые белила — сульфид цинка, бланфикс — сульфат бария, свинцовые белила — основной карбонат свинца. Пользуясь только одним реактивом, установить, что находится в каждой банке.

§ 17. АЗОТ

Задачи

1. Исследовать свойства азота.

2. Из натронной извести и хлористого аммония получить аммиак и показать, что водный раствор его проявляет щелочные свойства.

3. При производстве азотной кислоты для улавливания окислов азота применяют едкий натр. Воспроизвести эти процессы на опытах. Какие вещества получаются?

Указание к решению задачи

При взаимодействии двуокиси азота со щелочью получаются натриевые соли азотистой и азотной кислот

$$2NO_2 + 2NaOH = NaNO_3 + NaNO_2 + H_2O.$$

Азотистокислый натрий в дальнейшем окисляют в азотнокислый натрий

$$3NaNO_2 + 2HNO_3 = 3\,NaNO_3 + 2NO + H_2O.$$

4. Превратить окись азота в двуокись, пользуясь: а) воздухом и б) кислородом. Определить, в каком случае процесс окисления пойдет быстрее. Экспериментально показать, что двуокись азота — солеобразующий кислотный окисел.

5. Какими двумя способами можно доказать, что в пробирку налит раствор натриевой селитры?

6. Получить нитрат натрия из вещества, широко распространенного в природе.

7. Бикарбонат аммония применяется в пекарном деле. Получить бикарбонат аммония лабораторным путем.

8. Показать на опыте, почему нельзя вносить в почву в качестве удобрений одновременно азотнокислый аммоний и известь.

9. Доказать опытным путем, содержит ли хлористый аммоний примеси.

Указание к решению задачи

Воспользуйтесь способностью хлористого аммония возгоняться.

10. Очистить соду Na_2CO_3 от нашатыря.

11. Доказать, что при нагревании нашатырь распадается на два газообразных вещества: аммиак и хлористый водород.

Указание к решению задачи

Так как молекулярный вес аммиака меньше молекулярного веса хлористого водорода, то молекулы аммиака будут с большой скоростью диффундировать через пористые перегородки.

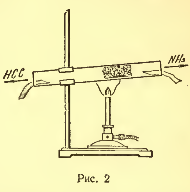


Рис. 2

Соберите прибор, как показано на рис. 2. Внутрь трубки положите (плотно) твердый хлористый аммоний, который будет служить «пористой» перегородкой. Нагрейте вещество только с одного края. Хлористый аммоний разлагается, аммиак проходит через пористую перегородку, а хлористый водород остается в месте нагрева. Обнаружить хлористый водород и аммиак можно по изменению цвета синей и красной лакмусовой бумажек.

§ 18. ФОСФОР

Задачи

1. Показать на опыте, можно ли пользоваться азотнокислым серебром для определения иона PO_4^{3-}.

Указание к решению задачи

К раствору вторичного фосфорнокислого натрия прилейте раствор азотнокислого серебра. Наблюдайте образование желтого осадка Ag_3PO_4. Прибавьте азотную кислоту, осадок растворился.

2. Как отличить фосфорную кислоту H_3PO_4 от соляной HCl?

3. В двух пробирках находятся растворы поваренной соли и фосфорнокислого натрия. Определить, в какой пробирке какая соль.

4. Провести качественную реакцию на фосфорную кислоту и ее соли.

Указание к решению задачи

К небольшому количеству раствора молибденовокислого аммония, подкисленного азотной кислотой, прибавьте несколько капель раствора фосфорной кислоты (или ее соли). Смесь нагрейте. Наблюдайте выпадение желтого кристаллического осадка — кислого фосфорномолибденовокислого аммония.

Уравнение реакции

$$H_3PO_4 + 12(NH_4)_2MoO_4 + 21HNO_3 = (NH_4)_3H_4[P(Mo_2O_7)_6] + 21NH_4NO_3 + 10H_2O$$

5. Метафосфорная кислота ядовита, ортофосфорная кислота применяется в пищевой промышленности (в кондитерском деле). Показать на опыте, как различить эти две кислоты.

6. Подбирая соответствующие условия, показать на опыте, что при реакции пятиокиси фосфора с водой могут быть получены три различные кислоты.

Указание к решению задачи

Чайную ложку пятиокиси фосфора высыпьте в колбу и налейте 300 *мл* холодной дистиллированной воды. Во избежание сильного разогревания колбы воду наливайте небольшими порциями. Определите полученную кислоту. Нагрейте ее. Какая кислота получилась?

7. Получить фосфорную кислоту из костяной муки и из фосфорита.

Указание к решению задачи

Положите в пробирку немного костяной муки (или тонко измельченного фосфорита) и добавьте разбавленную (1 : 1) серную кислоту. Смесь прокипятите, а затем отфильтруйте. Докажите наличие в растворе фосфорной кислоты (реакция с молибденовокислым аммонием).

8. Получить фосфаты кальция.

Указание к решению задачи

В одну пробирку налейте немного раствора фосфата натрия Na_3PO_4, во вторую — гидрофосфата натрия Na_2HPO_4 и в третью — дигидрофосфата натрия NaH_2PO_4, затем в каждую из них добавьте раствор хлористого кальция. В первых двух пробирках выпадают белые осадки.

9. В промышленности двойной суперфосфат получают из фосфоритов, содержащих большой процент примесей. Получить двойной суперфосфат и рассчитать, какое количество исходных веществ нужно взять для проведения опыта, если фосфат кальция содержит 40% примесей.

10. Преципитат $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ — удобрение, мало растворимое в воде. Однако в некоторых случаях фосфор из преципитата, как показывает опыт, может хорошо усваиваться растениями. Определить, в какую почву следует вносить преципитат.

11. Получить преципитат.

Указание к решению задачи

В концентрированную фосфорную кислоту прилейте известковое молоко. Процесс ведите до образования двухзамещенного фосфата.

$$H_3PO_4 + Ca(OH)_2 = CaHPO_4 \cdot 2H_2O$$

12. К термофосфатам относится группа удобрений, получаемых сплавлением фосфата или апатита с веществами щелочного характера с целью перевода фосфора в соединения, более доступные для усвоения растениями. Получить термофосфат. Как проверить, что в результате реакции получили новое вещество?

13. Азофоска — очень ценное удобрение, содержащее в легко усвояемой форме три важных для питания растений элемента: азот, фосфор и калий. В зависимости от того, в каких соотношениях берут исходные вещества, получают несколько сортов азофоски. Приготовить азофоску из диаммофоса $(NH_4)_2HPO_4$ и калийной селитры.

Указание к решению задачи

Слейте растворы диаммофоса и калийной селитры. Путем кристаллизации получите азофоску.

14. Провести качественную реакцию на фосфаты.

Указание к решению задачи

В пробирку налейте 1 *мл* раствора молибденовокислого аммония, прилейте 2—3 капли раствора фосфата натрия Na_2HPO_4 и слегка подогрейте (не до кипения). Что происходит?

15. В Украинской ССР начали выпускать марганизированный суперфосфат. Изготовляется он путем грану-

ляции смеси порошковидного суперфосфата и марганцового гилама. Показать на опыте, как можно различить эти два удобрения: а) суперфосфат, б) марганизированный суперфосфат.

§ 19. УГЛЕРОД И КРЕМНИЙ

Углерод

Задачи

1. Объяснить, почему древесный уголь плавает в воде.
2. Показать на опыте, что уголь адсорбирует различные вещества.

Указание к решению задачи

Прокалите в закрытом тигле мелко истолченный уголь и прокипятите его в слабом растворе лакмуса или индиго. Охладите и профильтруйте жидкость. Как изменяется окраска взятых растворов? На какое свойство угля указывает изменение окраски?

3. Получить свинец из его окиси. К какому типу относится эта реакция?

Указание к решению задачи

Смешайте в ступке 40 *г* окиси свинца с 1,5 *г* угля в порошке. Смесь пересыпьте в железный тигель. Тигель поставьте на кольцо штатива и прикройте крышкой. Нагрейте на сильном пламени, постукивая время от времени щипцами по стенкам тигеля. Когда вся смесь прокалится, содержимое тигеля вылейте на кусок жести.

4. Показать на опыте, что в состав углекислого газа входит углерод.
5. Получить углекислый газ из бикарбоната натрия двумя способами. Попробовать собрать углекислый газ над водой. Вспомнить, какими свойствами должен обладать газ, который можно собирать таким способом.

Можно ли хранить углекислый газ в газометре? Сравнить свойства углекислого газа со свойствами тех газов, которые можно хранить в газометре.

6. Восстановить медь из ее окиси. Какие условия надо создать, чтобы реакция протекала как можно быстрее? Определить вещества, образовавшиеся в результате реакции.

Указание к решению задачи

Для того чтобы реакция прошла как можно быстрее, необходимо тщательно перемешать окись меди и уголь. Полученную смесь увлажните водой, чтобы удалить воздух и еще более сблизить реагирующие вещества. Рассыпьте смесь по длине пробирки (для увеличения площади обогрева). Нагрейте ее.

7. В двух цилиндрах находятся углекислый газ и кислород. Определить, в каком цилиндре углекислый газ.

8. Какие опыты доказывают, что углекислый газ тяжелее воздуха?

9. Испытать горение магния в углекислом газе. Какой вывод можно сделать из этого опыта? Объяснить, почему магний горит в углекислом газе, а лучинка гаснет.

10. Какие вещества могут гореть в углекислом газе? Ответ подтвердить опытами.

Угольная кислота и ее соли

11. Получить углекислый газ из различных солей угольной кислоты.

12. Доказать на опыте, что углекислый газ, растворяясь в воде, частично соединяется с ней и образует угольную кислоту.

13. Доказать на опыте, отличается ли по химическому составу гашеная известь от известняка и мела.

14. Распознать химическим путем углекислый кальций. Можно ли в аппарате Киппа соляную кислоту заменить серной?

15. Распознать углекислый кальций $CaCO_3$ и углекислый магний $MgCO_3$.

16. Доказать, что в состав доломита ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) входят кальций и магний.

17. Показать на опыте, можно ли взять любую кислоту для распознавания солей угольной кислоты.

Указание к решению задачи

В одну пробирку насыпьте немного углекислого магния, а в другую — углекислого бария. Затем в обе пробирки прилейте разбавленной соляной кислоты. Наблюдайте растворение солей и выделение газа. В другую пробирку

добавьте серной кислоты. Следите за течением реакции. Одинаково ли идет процесс с соляной и серной кислотами? Объясните, почему.

18. Определить, какая из следующих солей является наиболее термически устойчивой: малахит, бикарбонат натрия, карбонат натрия, карбонат кальция.

Кремний

Задачи

1. Получить кремниевую кислоту. Проверить, имеет ли кремниевая кислота свойства, характерные для всех кислот.

2. Получить соль кремниевой кислоты из кварца.

Указание к решению задачи

В пробирку поместите немного мелко измельченного кварца (или песка) и кусочек едкого натра. Закрепите пробирку в штативе слегка наклонно (отверстием вниз) и сплавьте смесь. После охлаждения полученный сплав обработайте небольшим количеством воды и раствор отфильтруйте. Прилейте к фильтрату соляной кислоты, образуется студенистый осадок кремниевой кислоты.

3. Доказать, что стекло растворяется в воде и раствор имеет щелочную реакцию.

Указание к решению задачи

Конец стеклянной трубки или палочки сильно нагрейте и быстро опустите в стакан с водой. Затем воду слейте, а кусочки треснувшего стекла хорошо разотрите в фарфоровой ступке. Добавьте дистиллированной воды и несколько капель фенолфталеина.

4. Доказать, какая кислота сильнее: кремниевая или угольная.

Указание к решению задачи

Через раствор кремнекислого натрия Na_2SiO_3 пропустите углекислый газ. Наблюдайте появление осадка.

§ 20. ПРИМЕРНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ

1. Получить нитрат кальция. Почему в промышленности нитрат кальция не получают непосредственно из известняка?

Указание к решению задачи

В промышленности нитрат кальция получают нейтрализацией известкового молока нитрозными газами. Этот метод позволяет более полно использовать окислы азота, являющиеся отходами при производстве азотной кислоты.

Известковое молоко поглощает окись и двуокись азота

$$Ca(OH)_2 + NO_2 + NO = Ca(NO_2)_2 + H_2O$$
$$2Ca(OH)_2 + 4NO_2 = Ca(NO_2)_2 + Ca(NO_3)_2 + 2H_2O$$

Затем нитрит кальция переводят в нитрат

$$3Ca(NO_2)_2 + 4HNO_3 = 3Ca(NO_3)_2 + 4NO + 2H_2O$$

2. Последнее время сернокислый алюминий, применяемый для очистки питьевой воды, получают новым, более экономичным способом. Доказать теоретически и экспериментально, что новый способ выгоднее.

Указание к решению задачи

План эксперимента:

1. Взаимодействие каолина[1] с серной кислотой.
2. Очистка полученного раствора сернокислого алюминия от примесей и получение кристаллического сернокислого алюминия.
3. Получение гидрата окиси алюминия.
4. Взаимодействие свежеприготовленного гидрата окиси алюминия с серной кислотой.
5. Получение кристаллического сернокислого алюминия.

Сернокислый алюминий в промышленности получают двумя способами.

Первый способ. Взаимодействие гидрата окиси алюминия с серной кислотой. Для этой реакции применяется свежеприготовленный гидрат окиси алюминия, который активно вступает в реакцию с кислотой при 105—110°С. К гидрату окиси алюминия добавьте серной кислоты. Раствор нагрейте. После выпаривания получится кристаллический сернокислый алюминий.

Второй способ. Обработка каолина серной кислотой. Каолин обычно представляет собой смесь окиси алюми-

[1] Если в лаборатории нет каолина, то можно приготовить смесь из 50% SiO_2 и 50% Al_2O_3.

ния Al_2O_3 и двуокиси кремния SiO_2 (примерно в равных количествах).

Взаимодействие окиси алюминия с серной кислотой происходит довольно трудно (реакция идет медленно). Получившийся в результате реакции сернокислый алюминий $Al_2(SO_4)_3$ загрязнен примесями (главным образом кремнеземом).

Необходимо иметь в виду, что для выделения в чистом виде сернокислого алюминия нужно охладить реакционную смесь до 60°С, добавить значительное количество воды и после этого отфильтровать. Эти операции нужно произвести для того, чтобы избежать преждевременной кристаллизации соли. На фильтре остается двуокись кремния, а в фильтре — сернокислый алюминий. При выпаривании фильтрата образуется кристаллический сернокислый алюминий.

6. Выделить окись алюминия из боксита.

Указание к решению задачи

Сырьем для получения окиси алюминия служат бокситы. Количество глинозема, извлекаемого из боксита, достигает 90% от содержания окиси алюминия в руде.

Основными примесями в бокситах являются окись железа и кремнезем, содержание которого колеблется от 2 до 20%.

Процесс получения окиси алюминия из бокситов может быть выражен следующими уравнениями реакций:

1. Спекание бокситов с содой

$$Al_2O_3 \cdot 2H_2O + Na_2CO_3 = 2NaAlO_2 + CO_2 + 2H_2O$$

2. Осаждение гидрата окиси алюминия

$$2NaAlO_2 + (NH_4)_2CO_3 = Na_2CO_3 + 2NH_4AlO_2$$
$$NH_4AlO_2 + H_2O = NH_4OH + HAlO_2$$
$$HAlO_2 + H_2O \rightleftarrows H_3AlO_3$$

3. Разложение гидрата окиси алюминия

$$2Al(OH)_3 \overset{\text{нагревание}}{=} Al_2O_3 + 3H_2O$$

Выполнение опыта

20 *г* мелко истолченного и подсушенного боксита смешайте с 20 *г* соды, положите в тигель. Тигель поставьте в муфельную печь (температура 900°С) на 45 *мин*. Смесь про-

мойте водой и отфильтруйте. Затем фильтрат подогрейте и всыпьте небольшими порциями углекислый аммоний. Через 15 *мин* осадок гидрата окиси алюминия выпадает полностью. Его отфильтруйте, прокалите и взвесьте.

При проведении опыта необходимо следить за тем, чтобы фильтр плотно прилегал к воронке. (При добавлении избытка углекислого алюминия может происходить вспенивание и выплескивание раствора.)

4. Получить сернистый натрий. Описать этот опыт.

Указание к решению задачи

Сернистый натрий — сырье для производства красителей.

Технический сернистый натрий выпускается в виде плавленного продукта и хранится в барабанах из кровельного железа, так как он сильно гигроскопичен и на воздухе расплывается. Согласно ГОСТу, технический сернистый натрий должен содержать не менее 63,5% (I сорт) или 62,5% (II сорт) Na_2S.

В лаборатории сернистый натрий получают при пропускании сероводорода через раствор едкого натра

$$2NaOH + H_2S = Na_2S + 2H_2O$$

Образуется растворимая натриевая соль сероводородной кислоты.

5. Доказать, что выданное вам вещество — сернокислый барий.

Указание к решению задачи

Сернокислый барий смешайте с содой и нагревайте в печи (1000°C)

$$BaSO_4 + Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 + Na_2SO_4$$

Образовавшиеся вещества растворяют в воде и фильтруют. Определить ионы SO_4^{2-} и Ba^{2+}.

6. Почему в промышленности редко получают азотнокислый кальций $Ca(NO_3)_2$ непосредственно из известняка? Как получают это удобрение в промышленности? Дать теоретическое обоснование и подтвердить его на опыте.

7. Как перевести углекислый кальций в соединение, способное диссоциировать на ионы. Где в промышленности применяется такое превращение?

8. Получить белую краску бланфикс ($BaSO_4$) реакцией обмена. Написать уравнение реакции.

СОДЕРЖАНИЕ

Екатерина Ивановна Малолеткова

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Редактор *В. В. Баулина*
Художник *Е. М. Батырь*. Художественный редактор *Б. М. Кисин*
Технический редактор *В. Л. Коваленко*
Корректор *Л. П. Михеева*

Сдано в набор 18/IV-1964 г. Подписано к печати 21/VII-1964 г. $84\times108^1/_{32}$.
Печ. л. 3,75 (3,15). Уч.-изд. л. 2,88. Тираж 45 000 экз. (тем. план 1964 г. № 199)
А 08118

Издательство «Просвещение» Государственного комитета
Совета Министров РСФСР по печати. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Саратовский полиграфический комбинат Росглавполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по печати. г. Саратов,
ул. Чернышевского, 59. Заказ № 74.

Цена 8 коп.

Цена 8 коп.